

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE MUESTREO Y UMBRALES DE DAÑO ECONÓMICO DE LA BROCA DEL CAFÉ

El daño causado por la broca del café, *Hypothenemus hampei*, exige medidas de control eficientes, en el momento oportuno y cuando el insecto amenace con causar pérdidas económicas; por tanto, un requisito importante en un programa de manejo integrado es el de poder medir una población en el campo en un momento dado y correlacionar esta población con el daño que se obtiene cuando el caficultor vende su cosecha.

Para medir una población es necesario contarla, o sea, establecer el número de individuos existentes en un momento determinado en una área especificada. En el caso de la broca y otros insectos es imposible hacer un censo, por lo cual se debe acudir al muestreo apoyado en fundamentos estadísticos (Cochran 1977, Elliott 1977, Southwood 1978, Taylor 1984). Existen diferentes tipos de muestreo, sin embargo, el más apropiado es el muestreo aleatorio, debido a que se pueden hacer inferencias estadísticas de los parámetros estimados; en este muestreo, cada unidad de muestreo tiene la misma probabilidad de ser escogida (Figura 4).

Para desarrollar un muestreo aleatorio se deben seguir los siguientes pasos:

- Entrenamiento del personal para eliminar en lo posible el error experimental
- Definir el universo de muestreo, o sea, establecer el área o lote sobre el cual se va desarrollar el muestreo
- Definir la unidad de muestreo, en este caso, determinar la parte o estructura de la planta sobre la cual se evalúa
- Definir el tamaño de la muestra, la cual depende de la variabilidad del parámetro por estimar.

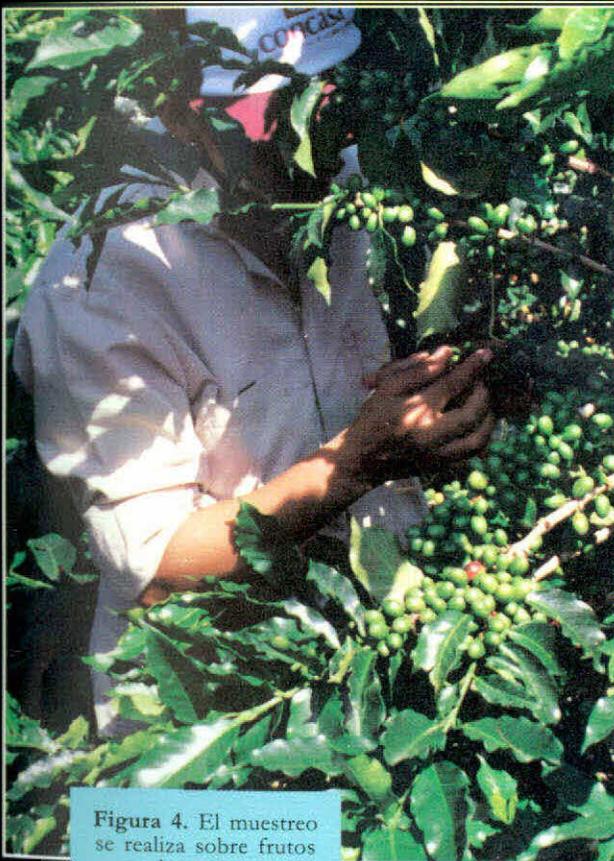


Figura 4. El muestreo se realiza sobre frutos verdes y permite evaluar el porcentaje de frutos perforados.

Un método de muestreo debe ser:

Confiable, o sea que se puedan hacer inferencias o deducciones acerca de la población, dentro de las normas establecidas por la estadística.

Económico, su ejecución no debe ocasionar costos tan altos que no lo justifiquen.

Fácil de ejecutar, se debe desarrollar sin muchos contratiempos

Rápido, la información sobre la población estimada se debe lograr en el menor tiempo posible.

Para el caso de *H. hampei* el diseño del muestreo se ha basado en investigaciones realizadas en Centroamérica (Decazy 1990b, 1990c, Baker 1989, Baker *et al.* 1989, Muñoz 1988) y discusiones con especialistas en la materia. En general, se ha establecido que para una hectárea de café (universo de muestreo) es suficiente muestrear 30 sitios (tamaño de la muestra) y en cada sitio se escoge aleatoriamente un árbol o un grupo de árboles para tomar una muestra de 50 a 100 frutos (unidad de muestreo). En esta sección se evalúan varias alter-

nativas propuestas para realizar este muestreo y la verificación de este indicador con una medida de infestación tomada sobre el grano pergamino seco, al momento de la venta del café (Figura 5).

Metodología. Se evaluaron tres métodos de muestreo denominados: **rama**, **sitio** y **cosecha**. En todos los métodos se escogieron aleatoriamente 30 sitios/ha; en el método de la **rama** se seleccionó un árbol y en éste una rama en la zona productiva en la cual se contabilizó el total de frutos en la rama y el total de frutos brocados. En el caso del método del **sitio** se hizo lo mismo que en el caso anterior, pero en el lugar de muestreo se evaluaron aleatoriamente 100 frutos, recogiendo 25 frutos en cuatro árboles diferentes aledaños al sitio seleccionado. El método de **cosecha** consistió en retirar aleatoriamente de cada rama seleccionada por sitio, 50 frutos hasta completar 1.500, los cuales se depositan en una bolsa plástica; luego se descartan al azar 500 frutos, para establecer con los restantes 1000, el número de frutos con broca.

Por cada muestreo, además de los registros ya indicados, se contabilizó el tiempo promedio que tomó el ejecutar la labor, se estimó el límite de confianza



($P=0,05$) y el coeficiente de variación. Esto se logró promediando las evaluaciones hechas por nueve personas que recorrieron los lotes independientemente, es decir, con inicio aleatorio. Las observaciones se hicieron en dos lotes de una hectárea, uno con una infestación inferior al 10% y otro con una infestación mayor del 30%.

El método seleccionado en el estudio anterior se utilizó para correlacionarlo con la medida de infestación que normalmente se toma del café pergamino seco en las Cooperativas Cafeteras, al momento en que el caficultor vende el café. Esto se realizó mediante muestreos en fincas para evaluar los niveles de infestación, haciendo luego el seguimiento de estos frutos hasta el momento de la cosecha y su beneficio. En esta forma se pudo correlacionar la medida en el campo con la situación en el punto de compra de café, para establecer la real utilidad del método de muestreo propuesto.

Resultados y discusión. Los resultados de la eva-

luación de los métodos de muestreo aparecen en la Tabla 2. Un análisis de los datos indica que los métodos de la rama y del sitio proporcionan niveles de infestación similares, pero el método de la rama se realiza en menor tiempo (42 minutos) que el del sitio (54 minutos). El método de la cosecha sobrestima la población, ya que los evaluadores muestran la tendencia de coger los frutos maduros; otro inconveniente es el tiempo para su ejecución, que resulta el doble empleado en los otros métodos.

De este análisis se infiere que el método de la rama es el más apropiado y aconsejable para evaluar niveles de infestación de la broca del café, siempre y cuando se realice en una forma representativa en el lote, es decir, tomando 30 sitios de muestreo por hectárea y recorriendo el lote en zig-zag. Esto permite al evaluador establecer sitios de concentración o "focos" de broca dentro del lote, en donde se deben intensificar los esfuerzos de control. Por otra parte, a medida que se evalúa el nivel de infesta-

Tabla 2. Comparación de métodos de muestreo para evaluar la infestación de la broca del café en un lote de café de una hectárea.

SUBESTACIÓN LA CATALINA (PEREIRA) INFESTACION BAJA (<10%) MARZO 16, 1993.										
Método de muestreo	N	Total frutos			% de infestación			Duración del muestreo (minutos)		
		\bar{x}	\pm L.C.	C.V.	\bar{x}	\pm L.C.	C.V.	\bar{x}	\pm L.C.	C.V.
Rama	9,00	1416	196,50	18,05	2,09	0,86	53,54	42,60	13,20	40,35
Sitio	9,00	3000	---	---	3,29	1,34	48,65	54,13	5,59	12,35
HACIENDA COLOMBIA (PEREIRA) INFESTACION ALTA (>30%) MARZO 25, 1993.										
Rama	9,00	1535	156,20	16,32	63,17	7,11	14,61	49,33	4,48	11,82
Sitio	9,00	3000	0,00	0,00	72,04	5,21	9,40	83,67	18,01	27,95
Cosecha	9,00	1000	0,00	0,00	81,21	4,70	8,82	96,78	13,49	18,10

$$\text{L.C. (Límite de confianza al 95\%)} = \frac{s}{\sqrt{n}} t_{\alpha/2, n-1} \quad (\alpha=0,05)$$

N : Número de evaluadores

$$\text{C.V. (Coeficiente de variación)} = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

ción se pueden tomar muestras aleatorias de 2 a 3 frutos brocados por sitio, que al disecarlos revelan información sobre el grado de penetración de la broca. Esta muestra también permite evaluar cualquier medida de control, al relacionar la población de broca muerta con el total de brocas encontradas en toda la muestra. El nivel de infestación de broca en un lote, su localización dentro del lote y la posición de la broca en el fruto, es información básica para tomar decisiones acertadas de control de la broca del café.

La relación entre las infestaciones de campo evaluadas en diferentes lotes con el método de la rama y los niveles de infestación de la misma población en el café pergamino seco aparecen en la Tabla 3. Se puede observar cómo a medida que se incrementan los niveles de infestación en el campo,

ocurre un incremento del daño en el café pergamino, pero esta relación se hace más estrecha a medida que la infestación en campo es superior al 20%. Esto se puede explicar porque la broca normalmente en un fruto brocado sólo infesta una de las dos almendras, cuando las infestaciones son bajas, pero cuando éstas son altas (>20%), las dos almendras pueden resultar afectadas. Un análisis de regresión explica esta relación a través de la ecuación lineal:

$$I\text{PS} = -3,423 + 0,747\text{IC}; r^2 = 0,937$$

en la cual IPS: es la infestación del grano pergamino seco e IC: es la infestación en campo.

El umbral de pérdida económica al momento de la venta del grano por el caficultor está establecido

Tabla 3. Porcentajes de infestación por broca en campo (IC) y en café pergamino seco (ICPS). CENICAFE 1993

IC	ICPS
1,4	0,4
6,2	1,6
11,4	5,7
11,4	6,3
11,4	7,6
12,1	6,6
18,5	9,9
25,0	10,7
37,1	14,0
41,7	22,2
41,7	26,1
41,7	28,6
41,7	29,3
41,7	32,2
63,4	38,8
63,4	41,5
63,4	46,6
63,4	46,9
63,4	52,8

Fuente: Alzate, V. A. Informe sobre Rendimiento y porcentaje de infestación del café cereza atacado por broca, Cenicafé, Chinchiná, junio 1993. 14p.

por norma de la Federación Nacional de Cafeteros, que no permite comprar café pergamino seco con defectos superiores al 5,5%, incluyendo el daño por broca. Lo anterior permite deducir que al establecerse un tope del 2% de daños por broca en café pergamino, éste equivale a tolerar un 5% de infestación en campo. A un nivel del 5% de infestación, el café cereza produce 2,5% de infestación en pergamino ya que normalmente sólo uno de los dos endospermos está atacado por la broca; además se estima que en el proceso húmedo de beneficio del café, un 20% del café brocado se puede separar, resultando una reducción adicional del 0,5% en la infestación del pergamino, para llegar teóricamente así a un 2% de infestación en el pergamino seco.

Lo anterior se corrobora con los datos de la Tabla 3, en el que un 6,2% de infestación en campo permite un nivel de 1,6% en pergamino. Por tanto, una recomendación segura para el cafetero es establecer un umbral económico de infestación de broca

del 5% durante la época de cosecha, para que pueda vender Café Tipo Federación en las Cooperativas.

Conclusiones. Los resultados presentados en esta sección muestran que una forma práctica de llevar a cabo la evaluación de una población de broca es a través de un muestreo aleatorio de 30 sitios por hectárea, recorriendo el lote en una forma representativa. Estas evaluaciones están correlacionadas con niveles de infestación del café pergamino al momento de la compra del café y permien establecer umbrales económicos (5% de infestación en el campo) al cafetero para que no sufra reducciones en el precio del café al venderlo. Las evaluaciones de infestación realizadas con frecuencia en los cafetales son una medida del ataque de la broca y ofrecen conocimiento del estado de penetración de la plaga en el fruto, de los sitios de concentración de la broca en un lote (“focos”) y facilitan la evaluación las medidas de control.